

**FORCING METHOD OF THIN DISK**

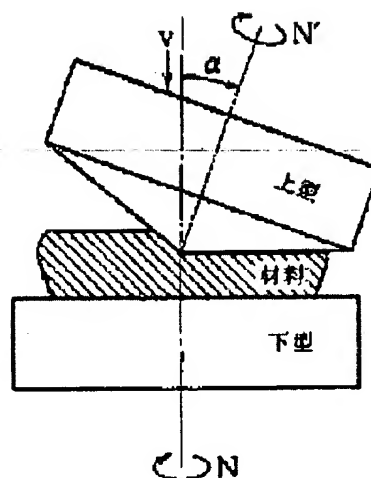
**Patent number:** JP8164438  
**Publication date:** 1996-06-25  
**Inventor:** FUKUYASU TOMIHIKO; AKIYAMA MASAYOSHI  
**Applicant:** SUMITOMO METAL IND  
**Classification:**  
- **International:** **B21J9/02; B21J9/20; B21K1/28; B21J9/00; B21K1/28;**  
(IPC1-7): B21K1/28; B21J9/02; B21J9/20  
- **European:**  
**Application number:** JP19940332025 19941212  
**Priority number(s):** JP19940332025 19941212

Report a data error here

**Abstract of JP8164438**

**PURPOSE:** To secure the stability of stock while reducing load, to reduce outer peripheral burrs and to improve the yield of material.

**CONSTITUTION:** In producing a thin disk by rotary forging, an inclined angle  $\alpha$  and the number of revolution  $N$  of a forming die (upper die) are set to the range of (1.0 deg.  $\leq \alpha \leq 10.0$  deg.) and ( $N \geq 60$  rpm). Further, a rolling reduction  $\delta$  (mm/rev) per revolution of rotary forging is respectively adjusted to satisfy ( $\delta < 0.0003 \cdot \alpha \cdot df$ ) at the initial stage of reduction (contacting time between forming die and material) or ( $\delta \geq 0.0004 \cdot \alpha \cdot df$ ) up to the neighborhood of the final stage of reduction (up to the range of  $t/t_f \geq 1.2$ ), provided,  $t$ : thickness (mm) of disk stock during forming,  $t_f$ : rotary forging finished thickness (mm) of disk stock,  $df$ : rotary forging finished outer diameter (mm) of disk stock.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-164438

(43)公開日 平成8年(1996)6月25日

| (51)Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|--------|-----|--------|
| B 2 1 K                  | 1/28 |        |     |        |
| B 2 1 J                  | 9/02 | A      |     |        |
|                          | 9/20 |        |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-332025

(22)出願日 平成6年(1994)12月12日

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 福安 富彦

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72)発明者 秋山 雅義

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

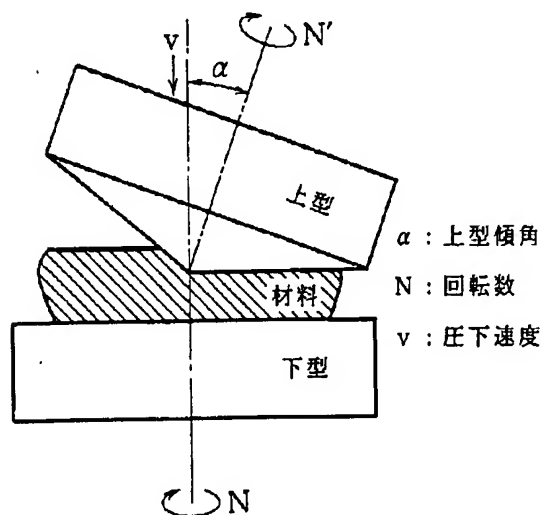
(74)代理人 弁理士 今井 毅

(54)【発明の名称】 薄肉ディスクの鍛造成形法

(57)【要約】

【目的】 荷重低減を図りながらも成形中における素材の安定性を確保し、かつ外周バリを低減して材料歩留の向上をも可能とする薄肉ディスクの回転鍛造成形法を確立する。

【構成】 回転鍛造により薄肉ディスクを製造するに際し、成形型（上型）の傾角 $\alpha$ と回転数 $N$ とを「 $1.0^\circ \leq \alpha \leq 10.0^\circ$ 」及び「 $N \geq 60 \text{ rpm}$ 」なる範囲に設定すると共に、回転鍛造の一回転当り圧下量 $\delta$  (mm/rev)を、圧下の初期（成形型と材料との接触時）には「 $\delta < 0.003 \cdot \alpha \cdot df$ 」に、また圧下の終期近くまで（ $t/t_f \geq 1.2$ の範囲）は「 $\delta \geq 0.0004 \cdot \alpha \cdot df$ 」（但し、 $t$ ：ディスク素材の加工中の厚み (mm)、 $t_f$ ：ディスク素材の回転鍛造仕上げ厚み (mm)、 $df$ ：ディスク素材の回転鍛造仕上げ外径 (mm)）を満足する如くにそれぞれ調整する。



$\alpha$  : 上型傾角

$N$  : 回転数

$v$  : 圧下速度

BEST AVAILABLE COPY

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転鍛造によって薄肉ディスクを製造するに際し、上型の傾角 $\alpha$  (°) と回転数 $N$  (rpm) とを  
 $1.0^\circ \leq \alpha \leq 10.0^\circ$  ,  
 $N \geq 60 \text{ rpm}$   
 なる範囲に設定すると共に、回転鍛造の一回転当り圧下\*

\*量 $\delta$  (mm/rev) を、圧下の初期 (成型型と材料との接触時) には

$$\delta < 0.0003 \cdot \alpha \cdot df$$

に、また圧下の終期近くまで ( $t/tf \geq 1.2$  の範囲) は

$$\delta \geq 0.0004 \cdot \alpha \cdot df$$

但し、 $t$  : ディスク素材の加工中の厚み (mm) ,  
 $tf$  : ディスク素材の回転鍛造仕上げ厚み (mm) ,  
 $df$  : ディスク素材の回転鍛造仕上げ外径 (mm)

を満足する如くにそれぞれ調整しつつ成形を行うことを特徴とする、薄肉ディスクの回転鍛造成形法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、薄肉ディスクを製造するための回転鍛造成形法に関するものである。

## 【0002】

【従来技術とその課題】 回転鍛造法は、大荷重を加えて素材全体を一度に加工するのとは異なり、部分的加工を繰り返すことによって全体を所望形状にまで加工する技術であるため、比較的小さな加工力で成形できる塑性加工手段として知られている。特に、多品種少量生産がなされるディスク材等の製造には回転鍛造法が極めて有効な生産手段となるが、現在、この回転鍛造法としては、下型を回転駆動し上型を従動させて成形を行う“下型回転形式”と下型を固定し上型を揺動させて成形を行う“揺動ダイ形式”とが実用されている。なお、どちらの形式の回転鍛造法でも被成形材料及び下型と上型との相対運動は同じで成形原理自体には格別な差異はないことから、以下、図1に示す“下型回転形式”を例に回転鍛造を説明する。

【0003】 さて、従来、上記回転鍛造は“上型 (成型型) の傾斜角度 (傾角)  $\alpha$  ”、“下型の回転数  $N$  ”並びに“圧下速度  $v$  ”を特定の値に設定して実施されている。この場合、上記設定項目と成形荷重との間には下記の関係が存在することが知られていることから、回転鍛造成形の加工力や加工時間、とりわけ加工力ができるだけ小さくて済むように“上型傾角  $\alpha$  ”、“下型回転数  $N$  ”及び“圧下速度  $v$  ”の設定には鋭意工夫が凝らされてきた。

- a) 上型傾角  $\alpha$  を大きくすると成形荷重は小さくなる、
- b) 下型回転数  $N$  を大きくすると成形荷重は小さくなる、
- c) 圧下速度を大きくすると成形荷重も大きくなる。

【0004】 しかしながら、この回転鍛造成形法では、特に肉厚の薄いディスク材を成形しようとする場合には“加工力”や“加工時間”の他にも“成形中における素材の安定性”や“外周バリ”が大きな問題となる。なぜなら、薄肉ディスクの場合には、成形中材料に反りが生じ型内での安定性が悪くなって成形作業に悪影響を及ぼ

しがちであり、また外周バリの発生が目立って材料歩留への悪影響が顕著となりがちだからである。しかるに、現在のところ上記問題への対処法が十分に確立されておらず、回転鍛造成形法によって薄肉ディスクを効率良く安定成形できる手段が切実に望まれていた。

【0005】 このようなことから、本発明が目的としたのは、荷重低減を図りながらも成形中における素材の安定性を確保し、かつ外周バ리를低減して材料歩留の向上をも可能とする薄肉ディスクの回転鍛造成形法を確立することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者等は、上記目的を達成すべく、まず薄肉ディスクを回転鍛造成形する場合に問題となる素材の安定性阻害因子を究明すべく実験を重ねたところ、成形中における素材の不安定につながる現象は、大きく分けると次の2種類に集約されることが判明した。

【0007】 (a) 圧下初期の上型と材料が接触する時点で上型が材料をはじき飛ばすように作用し、そのため材料のセンターが外れてしまう。これは、正常な圧下状態では下型と材料との摩擦によって材料は型から移動することはないが、圧下初期には材料が下型に十分押さえ付けられておらず、そのため下型との摩擦力が十分に作用しないので上型の接触によって材料がずれてしまうことに起因するものと考えられる。

(b) 圧下終期近くになり、上型に圧下されている面の反対側で材料が下型から浮き上がってしまい、甚だしい場合には下型からはみ出してしまふ。これは、材料が薄くなると反りや曲がりが生じやすくなるが、回転鍛造では上型と材料の接触面は材料上面全体ではなくて図2で示すように一部分のみであり、そのため圧下側のメタルフローにより圧下されている部分とは反対側で材料が下型より浮き上がることに起因するものと考えられる。

【0008】 そこで、成形中での素材の不安定につながる上記現象を解消すべく研究を行った結果、これらの解消には“回転鍛造の初期”と“その後から終期近くまで”とで圧下速度 (回転鍛造一回転当り圧下量) をそれぞれにコントロールするのが効果的であり、またこれによって外周バリの発生も抑制されるとの知見を得ること

ができた。

【0009】即ち、前記(a)項に示した現象(材料のズレ)については、圧下初期に上型が材料へ急激に食い込まないようにゆっくりと圧下することにより防止でき、そしてこの材料のズレが解消されることにより外周バリの発生が抑えられることが分かった。

【0010】また、圧下終期近くに見られるところの前記(b)項に示した現象(材料の部分的な浮き上がり)については、圧下速度を極力速くすると上型と材料の接触面が増えて材料の浮き上がりが防止されるものの、むやみに圧下速度を速くすると荷重が大幅に増加してしまうことが分かった。しかし、“材料の成形進行程度”及び“圧下速度”と“型からの浮き上がり傾向”との間には特定の関係があり、これらの関係から荷重の増加を最小限に抑えた材料の浮き上がり防止圧下速度の把握が可能であることが明らかとなった。

【0011】更に、前述したように、回転鍛造に際しての回転鍛造機の設定は一般に上型傾角、下型回転数、圧\*

\*下速度の3条件についてなされるため、圧下速度を“残りの2条件”と“ディスク素材の回転鍛造仕上げ外径”との関数として整理してやれば、最終仕上げ形状が与えられると最適圧下パターンが決定でき、この圧下パターンに従うことで素材の不安定現象、バリの発生が抑制されることをも確認することができた。

【0012】本発明は、上記知見事項等を基になされたものであり、「回転鍛造によって薄肉ディスクを製造するに際し、上型の傾角 $\alpha$ (°)と回転数N(rpm)とを

$$1.0^\circ \leq \alpha \leq 10.0^\circ,$$

$$N \geq 60 \text{ rpm}$$

なる範囲に設定すると共に、回転鍛造の一回転当り圧下量 $\delta$ (mm/rev)を、圧下の初期(成型型と材料との接触時)には

$$\delta < 0.0003 \cdot \alpha \cdot df$$

に、また圧下の終期近くまで( $t/tf \geq 1.2$ の範囲)は

$$\delta \geq 0.0004 \cdot \alpha \cdot df$$

但し、 $t$ : ディスク素材の加工中の厚み(mm),  
 $tf$ : ディスク素材の回転鍛造仕上げ厚み(mm),  
 $df$ : ディスク素材の回転鍛造仕上げ外径(mm)

を満足する如くにそれぞれ調整しつつ成形を行うことにより、極力小さい加工力でもって成形中における素材の安定性を確保しつつ、かつ外周バリの発生を抑制しながら薄肉ディスクの効率の良い回転鍛造成形ができるようにした点に大きな特徴を有するものである。

【0013】ここで、上記「回転鍛造」は“下型回転形式”、“揺動ダイ形式”の何れであっても良く、また圧下速度を $v$ (mm/sec)、成型型の回転数を $N$ (rpm)とすれば回転鍛造の一回転当り圧下量 $\delta$ (mm/rev)は

$$\delta = 60 \times v / N$$

で表されることは言うまでもない。

【作用】

【0014】以下、本発明において薄肉ディスクの回転鍛造条件を前記の如くに限定した理由をその作用と共に説明する。

A) 成型型(上型)の傾角 $\alpha$

回転鍛造では上型に傾角 $\alpha$ (前記図1参照)を付けることで部分加工を行っているが、この角度 $\alpha$ が $1.0^\circ$ 未満では荷重低減効果は少なく、一方、 $10.0^\circ$ を超えると荷重低減効果が飽和し始めるばかりか、逆に材料の浮き上がり傾向が増す等のデメリットが多なる。従って、上型傾角 $\alpha$ (°)は

$$1.0^\circ \leq \alpha \leq 10.0^\circ$$

の条件を満たすことと定めた。

【0015】B) 成型型(下型)の回転数N

材料の加工時間を短くするためには上下型の回転数を高くすることが必要であり、熱間加工を想定した場合には

温度降下等の関係で最低でも60rpmとすることが必要である。従って、下型の回転数N(rpm)は

$$N \geq 60 \text{ rpm}$$

の条件を満たすことと定めた。

【0016】C) 回転鍛造の一回転当り圧下量 $\delta$

実験を繰り返しながら行われた研究により明らかとなったことであるが、回転鍛造を行う際の圧下初期(上型と材料との接触時)における一回転当り圧下量 $\delta$ を「 $\delta < 0.0003 \cdot \alpha \cdot df$ 」の範囲とすることで、材料と上型との接触時に起きがちな材料の移動(ズレ)を防止することが可能となる。これに対して、圧下初期における一回転当り圧下量 $\delta$ をこれより大きくすると材料が成型型からずれるようになって安定性が保てず、また外周バリが発生するようになる。従って、圧下初期(上型と材料との接触時)には一回転当り圧下量 $\delta$ (mm/rev)を

$$\delta < 0.0003 \cdot \alpha \cdot df$$

の範囲に調整することと定めた。

【0017】一方、上型と材料との接触してから少なくともディスク部の厚さ $t$ が最終仕上げ厚さ $tf$ の1.2倍となる圧下の終期近くまで( $t/tf \geq 1.2$ )は、圧下速度を高くしても荷重の急激な上昇は見られず、従って回転鍛造の一回転当り圧下量 $\delta$ を大きくすることによって材料の浮き上がりを防止することかできる。この場合、一回転当り圧下量 $\delta$ が「 $\delta < 0.0004 \cdot \alpha \cdot df$ 」の範囲であると材料の浮き上がりを十分に防止することができず、

「 $\delta \geq 0.0004 \cdot \alpha \cdot df$ 」の範囲とすることで初めて“材料の浮き上がり防止のために最低限必要な上型と材料と

5

6

の接触面積”が確保できて材料の浮き上がりを防止できることから、上型と材料の接触後から圧下の終期近くまで ( $t/lf \geq 1.2$  の範囲) は一回転当り圧下量  $\delta$  (mm/rev) を

$$\delta \geq 0.0004 \cdot \alpha \cdot df$$

の範囲に調整することと定めた。なお、これ以降についてはメタルフローがそれほど多くはないので、一回転当り圧下量  $\delta$  が如何ほどであっても材料の浮き上がりが生じることはなく、従って圧延荷重が極端に高くない程度に一回転当り圧下量  $\delta$  を設定すれば良い。

【0018】続いて、本発明を実施例により説明する。

【実施例】図1に示したような“下型回転形式”の回転鍛造機を用い、外径が450mmφで厚さが300mmの高\*

表1

| 試験番号   | 上型傾角<br>$\alpha$ (°) | 下型回転数<br>N (rpm) | $0.0003 \times \alpha \times df$<br>の値 | $0.0004 \times \alpha \times df$<br>の値 | 圧下初期における<br>$\delta$ の値 (mm/rev) | その後 $t/lf \geq 1.2$<br>時の $\delta$ の値 (mm/rev) | 回転鍛造成形の結果              | 判定    |
|--------|----------------------|------------------|--|--|----------------------------------|--|------------------------|-------|
| 比較例 1  | 3.5                  | 90               | 0.948                                  | 1.204                                  | * 1.5                            | 2.0  | 材料ズレ発生、<br>外周バリ大       | × (否) |
| 本発明例 2 | 3.5                  | 90               | 0.948                                  | 1.204                                  | 0.8                              | 2.0  | 外周バリ発生微小、<br>材料浮き上がり無し | ○ (可) |
| 比較例 3  | 3.5                  | 90               | 0.948                                  | 1.204                                  | 0.8                              | * 0.8  | 材料浮き上がり発生、<br>外周バリ大    | × (否) |
| 本発明例 4 | 10.0                 | 90               | 2.58                                   | 3.44                                   | 1.0                              | 4.0  | 外周バリ無し、<br>材料浮き上がり微小   | ○ (可) |

(注) \*印は、本発明で規定する条件から外れていることを示す。

【0021】表1に示される結果からは次のことが確認できる。即ち、回転鍛造成形条件が本発明の規定を満たしておれば回転鍛造初期の素材の移動（ズレ）と浮き上がりが共に抑制され、良好な成形性を示すのに対して、成形型一回転当り圧下量  $\delta$  が本発明で規定する条件を満たさない場合には、外周バリが発生したり、回転鍛造初期に材料が型からはみ出して成形性を悪化すると共に外周部にバリをも発生することが明らかである。

【0022】

【効果の総括】以上に説明した如く、この発明によれば、回転鍛造により成形中に材料が下型から浮き上がる

\*炭素鋼鋼片より図3に示す形状・寸法のディスク素材を成形する試験を実施した。

【0019】なお、この回転鍛造成形では、上記高炭素鋼鋼片の複数を1250℃に加熱してからスケール除去を行い、何れも下型回転数N (rpm) を90rpm一定すると共に上型傾角 $\alpha$  (°) 及び圧下速度 $v$  (mm/sec) についてはそれぞれ変化させた条件でディスク素材形状に成形した。これら試験条件と試験結果を表1にまとめて示す。ここで、表1に示す成形型一回転当り圧下量 $\delta$ は

$$\delta \text{ (mm/rev)} = 60 \times v / N$$

で表されることは前述した通りである。

【0020】

【表1】

等の不都合や外周バリの発生を抑えつつ健全形状の薄肉ディスクを材料歩留良く安定成形できるようになるなど、産業上有用な効果がもたらされる。

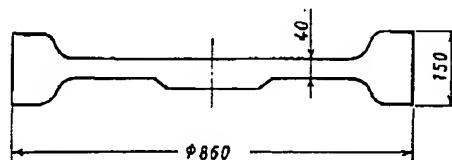
【図面の簡単な説明】

【図1】下型回転形式の回転鍛造に関する説明図である。

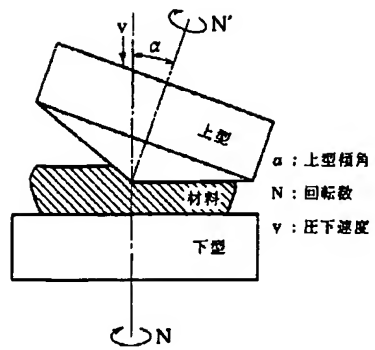
【図2】回転鍛造時における上型と材料の接触面に関する説明図である。

【図3】実施例において製造を試みた薄肉ディスク素材の形状・寸法に関する説明図である。

【図3】



【図1】



【図2】

